

恢复已老化压电陶瓷性能的方法

李全禄

(陕西师大应用声学研究所)

本文简要介绍了用重新极化的方法,使已老化的压电陶瓷元件的某些性能得到恢复。

一、引言

用于制造超声换能器,电声器件等的压电陶瓷,其性能将随着时间的推移和环境条件的变化而变化,有时这种变化相当显著,甚至造成压电陶瓷元件不能使用。其主要原因是压电陶瓷元件的时间老化,根据文献[1]—[5]对时间老化的论述和推理,一般认为极化以后压电陶瓷的性能随存放时间延长而产生变化,存放时间愈长总的变化量愈大,但变化速度会逐渐减缓下来,此变化是不可逆的。对于国内某几家厂在七十年代和八十年代生产的各种类型,不同规格的PZT晶片,至今因性能变差而影响使用;也有从国外进口仪器上替换下来的压电陶瓷,如日本海上电机株式会社生产的电车探测器上换下来的 $\phi 30 \times 10$ 和 $\phi 10 \times 10$ S型PZT,其性能已经很差。为了使这些已老化的压电晶体不至于报废。本文采用了对已老化的PZT晶片进行重新极化的方法,使其某些性能得到恢复,并能在实际工作中继续使用。

二、试验情况

重新极化

1. 查清已老化晶片原出厂时的性能参数(见原厂“压电陶瓷性能测试报告单”)及出厂年月。

2. 对已老化的压电晶体,用高阻摇表估

计一下其体电阻值,将电阻率太小($\rho_v < 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$)的剔出,其它的准备重新极化。

3. 重新极化前,测试该晶片现有的性能参数,区分晶片原来的正负极,如果正负极区分不开,需要重新标定正负极后才能进行极化。

4. 重新极化是在极化装置上进行的,本文对PZT、PMN晶片进行重新极化,具体条件见表1。

表1 PZ、TPMN晶片的重新极化条件

类 型	电压 V (KV/mm)	温度 T (°C)	时间 t (min)
PZT—SF	3.3~4.1	115~135	10~15
PZT—F	3.0~4.0	110~120	10~15
PZT—4	3.1~3.6	100~110	10~15
PZT—5	1.6~2.1	140~150	10~15
PMN	3.1~3.6	125~145	10~15

恢复电极面

对于长时间因环境,机械损伤等原因造成电极面变坏的压电晶片,在恢复了电极面后再进行极化。

1. 把电极面变色,特别是因焊接连线而使电极面银层不平的晶片挑出,用砂纸磨去或在10%的硝酸溶液中去掉不能用的电极面。

2. 清洗晶片

3. 进行烧渗银上电极具体制作过程。参照文献[6]中的烧渗银工艺进行。

4. 出炉后用高阻摇表测量晶片的体电

阻, 以确定能否重新极化。

5. 对确定重新极化者, 编上号, 标明正、负电极, 准备重新极化。

三、结果与分析

在重新极化的大量PZT晶片中, 只有 $\phi 20 \times 1$ 和 $\phi 18 \times 0.8$ 的两类晶片符合直径 ϕ 与厚度 t 之比不小于10 ($\phi/t \geq 10$)。对于PZT—SF型晶片中的 $\phi 18 \times 0.8$ 晶片在重新极化6天之后, 采用传输线法, 测出晶片的串联

谐振频率(指共振频率) f_{s0} 、一次泛音频率 f_{s1} 、并联谐振频率 f_p (指反共振频率)和串联谐振时等效阻抗 R_1 。用TYP1007电容电桥测出晶片电容 C^T 。然后根据文献[7], f_{s1}/f_{s0} 就可从图中查出 σ^E , 由 $f_p - f_{s0}/f_{s0}$ 即可以从表中查到平面耦合系数 K_p 值; 从公式 $Q_m \approx$

$$\frac{1}{4\pi(f_p - f_{s0})C^TR_1}$$
 计算出对应的 Q_m 值。表2

是晶片在1979年3月出厂时“压电陶瓷性能测试报告单”上的数据, 重新极化前测的数据和重新极化放置6天后测得数据的对照表。

表2 PZT—SF型晶片先后性能参数对照表

时间顺序 \ 性能参数	f_{s0} (K _e)	f_p (K _e)	f_{s1} (K _e)	C^T (pf)	R_1 (Ω)	K_p	Q_m
出厂时(1979年3月)	117.03	未报道	未报道	4200	未报道	0.55	未报道
重极化前(1989年10月)	122.2	133.5	311.7	3283.8	117.5	0.448	24.5
重极化后(1989年10月)	119.2	135.2	319.2	3573.1	95.6	0.59	132

注: 性能参数均取被测晶片参数的平均数。

对 $\phi 20 \times 1$ 一组晶片也进行了系统的测试分析, 与表2中所列参数有类似的变化趋势。

对于其它类型和不同规格的大量晶片都进行了重新极化, 实践证明, 经过重新极化后的晶片, 用于制作收发兼用的超声换能器和大功率超声加工(如超声清洗和超声粉碎等)换能器, 其工作状态良好。

四、结 语

本工作的良好效果说明了用恢复电极面和重新极化的方法, 可以使已老化的压电陶瓷晶片某些性能恢复到实用程度, 如表2所示重新极化后的PZT—SF型晶片的 K_p 和 Q_m 值达到了使用要求。

参考文献

- [1] 许煜襄等编《铁电与压电材料》科学出版社, 1978, P188
- [2] 何芳钧等编著, 《压电陶瓷滤波器》科学出版社, P149
- [3] [日]田中哲郎等编, 陈俊彦、王余君译《压电陶瓷材料》国家海洋局第五研究所1977, P56
- [4] [美]B, 贾菲等著, 林声和译, 《压电陶瓷》科学出版社, 1979, P80
- [5] 张沛霖、张仲渊编, 《压电测量》, 国防工业出版社, 1983, P312
- [6] 李全禄, “氧化物超导材料上电极的两种方法”《物理》(即将发表)
- [7] “压电原理及应用”中国人民解放军武字262部队1971年P31下84